

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Спеціальність 181 «Харчові технології»

«Допускається до захисту»
Завідувач кафедри харчових
технологій і технологій
переробки продукції
тваринництва,
доцент Загоруй Л.П.
«18» 05 2026 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА РИБНИХ ПАЛИЧОК

Виконав: Іродовський Олексій
Валерійович ІІ

Керівник: доцент

Король-Безпала Л.П. Л.П. Король-Безпала

Рецензент: К

Я, Іродовський Олексій Валерійович, засвічую, що кваліфікаційну
роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності. ІІ

Біла Церква – 2026

ЗМІСТ

Завдання на кваліфікаційну роботу здобувачу	3
АНОТАЦІЯ	4
ANNOTATION	5
Відгук керівника роботи	6
Рецензія	7
ВСТУП	8
1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	10
1.1 Споживання рибних напівфабрикатів в Україні	10
1.2 Підбір і вимоги до сировини	13
1.3 Технологічний розрахунок сировини	19
1.4 Підбір та розрахунок обладнання для технології рибних паличок	25
1.5 Технологія рибних паличок з тріски	32
2. КОНТРОЛЬ БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ВИРОБНИЦТВА РИБНИХ ПАЛИЧОК	36
3. ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ	39
4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	41
ВИСНОВКИ	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	44

АНОТАЦІЯ

Іродовський О.В. Організація виробництва рибних паличок

Метою даної роботи є організація виробництва рибних паличок.

Сучасний розвиток харчової індустрії відзначається швидким зростанням попиту на якісні рибні напівфабрикати, що поєднують високу поживну цінність, збереження корисних властивостей морепродуктів і максимальну зручність у приготуванні для споживачів. Серед цього асортименту особливої популярності набули рибні палички в паніровці. Їхній збалансований смак, щільна текстура фаршу та апетитна хрустка скоринка зробили цей продукт незмінною складовою повсякденного раціону та беззаперечним лідером у сегменті заморожених рибних виробів швидкого приготування.

Цей напівфабрикат є цінним джерелом легкозасвоюваного білка, йоду та важливих мікроелементів, що робить його популярним серед найрізноманітніших вікових груп. Особливе місце рибні палички посідають у раціоні дітей та людей, які дотримуються дієтичного харчування. З погляду промислового виробництва, це високоефективний продукт, оскільки його виготовлення із рибного фаршу забезпечує повну автоматизацію процесів, точну форму кожного виробу, відсутність кісток та мінімізацію втрат сировини на виробничій лінії.

У рамках бакалаврської роботи було виконано комплекс різноманітних технологічних операцій, підібрано та розраховано відповідну сировину й допоміжні матеріали. Окрім того, здійснено опис і розрахунок обладнання відповідно до апаратурно-технологічної схеми, розроблено заходи безпеки на основі принципів системи НАССР, а також обґрунтовано високу економічну доцільність реалізації запропонованих проектних рішень.

Кваліфікаційна робота містить 45 сторінок, 17 таблиць, 4 рисунків, 26 список використаних джерел.

Ключові слова: харчові технології, рибні палички, обладнання, контроль безпечності та якості продукту, екологізація.

ANNOTATION

Irodovsky O.V. Organizing fish stick production

The objective of this work is to organize fish stick production.

The current development of the food industry is marked by a rapidly growing demand for high-quality semi-finished fish products that combine high nutritional value, preserve the beneficial properties of seafood, and offer maximum convenience for consumers. Among this range, breaded fish sticks have become particularly popular. Their balanced flavor, dense texture of the minced meat, and appetizing crispy crust have made this product an indispensable part of the daily diet and a leader in the frozen instant fish product segment.

This semi-finished product is a valuable source of easily digestible protein, iodine, and essential micronutrients, making it popular among people of all ages. Fish sticks occupy a special place in the diets of children and those on a special diet. From an industrial production standpoint, they are a highly efficient product, as their production from minced fish ensures fully automated processes, precise shaping of each product, absence of bones, and minimal raw material loss on the production line.

As part of the bachelor's thesis, a variety of process operations were performed, and the appropriate raw materials and auxiliary materials were selected and calculated. Furthermore, the equipment was described and calculated in accordance with the process flow diagram, safety measures were developed based on HACCP principles, and the high economic feasibility of implementing the proposed design solutions was substantiated.

The thesis contains 45 pages, 17 tables, 4 figures, and 26 references.

Keywords: food technology, fish sticks, equipment, product safety and quality control, environmental sustainability.

ВСТУП

Харчування є ключовим фактором, що визначає стан здоров'я, рівень імунної системи та загальний біологічний потенціал людини. Однак сучасні дослідження нутриціології демонструють значні порушення у харчовому статусі населення України, які проявляються у дисбалансах та недоліках структури раціону. Зокрема, середньодобове споживання населення характеризується гострим дефіцитом повноцінних тваринних білків, незамінних поліненасичених жирних кислот (Омега-3), а також необхідних для життєдіяльності вітамінів, мікро- і макроелементів та харчових волокон [1, 23].

Одним із дієвих рішень для боротьби з цією проблемою є розробка інноваційних продуктів харчування цільового призначення, які враховують фізіологічні потреби організму та забезпечують оптимальний баланс поживних речовин. Особлива увага приділяється створенню комбінованих продуктів із включенням перероблених компонентів риби. Використання рибної сировини дозволяє збагатити готову продукцію легкозасвоюваним білком, корисними мінеральними комплексами та вітамінами. Доповнення таких продуктів рослинними компонентами дає можливість збільшити вміст природних антиоксидантів і харчових волокон, що значно підвищує біологічну цінність кінцевих виробів [14, 24].

Рибний ринок України нині активно рухається в бік виробництва продукції швидкого приготування. Це зумовлено сучасним ритмом життя споживачів, які прагнуть поєднати здорове харчування зі зручністю в приготуванні. У цьому контексті рибні напівфабрикати посідають ключове місце у структурі харчової промисловості. Вони являють собою попередньо оброблену рибну сировину, що повністю або частково готова до фінальної термічної обробки. Головна перевага таких продуктів для споживачів полягає у значному скороченні часу на приготування їжі вдома, при цьому зберігається висока харчова та біологічна цінність, характерна для дикої або культивованої риби. Асортимент рибних напівфабрикатів надзвичайно

різноманітний: охолоджене чи заморожене очищене філе, стейки, тушки, а також формовані, січені й паніровані вироби, як-от котлети, фрикадельки, бургери та крокети [1, 3].

Серед формованих напівфабрикатів особливу популярність та високу споживчу затребуваність мають рибні палички. Цей продукт став справжнім символом категорії «зручної їжі» завдяки своїй універсальній порційній формі, стабільному смаку та доступності для широкої аудиторії. Спочатку рибні палички розробляли як спосіб популяризації риби серед дітей і молоді, але з часом вони перетворилися на самостійний продукт, який асоціюється з легким і швидким перекусом. Ідея продукту полягає в гармонійному поєднанні ніжної текстури основи із хрусткою паніровкою, що не лише захищає під час зберігання, але й формує його оригінальний смаковий профіль. У результаті рибні палички стали прикладом успішного перетворення традиційної рибної сировини на сучасний і популярний продукт, який чудово поєднує користь від споживання морепродуктів із максимальною зручністю для споживачів [16, 23].

Метою даної роботи є організація виробництва рибних паличок.

Для вирішення мети були поставлені наступні **завдання**:

- ознайомитися з технологією виробництва рибних паличок;
- зробити підбір та розрахунок основної та допоміжної сировини;
- згідно апаратурно-технологічної схеми підібрати та розрахувати відповідне обладнання;
- представити контроль безпечності та якості рибних паличок.
- зробити аналіз екологізації виробничих процесів.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи включають вступ, чотири основних розділи (технологічна частина, контроль безпечності та якості, екологізація виробничих процесів, економічна частина), висновки та список використаних джерел. Загальний обсяг роботи складає 45 сторінок друкованого тексту. Ілюстрації представлені 17 таблицями та 4 рисунками. Список використаних джерел містить 26 позицій.

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.

1.1. Споживання рибних напівфабрикатів в Україні.

Аналіз споживання рибних напівфабрикатів демонструє стабільну тенденцію до зростання. Основними чинниками, що стимулюють попит, є швидкість приготування, економія часу та зростаюча популярність здорового способу життя. Ринок активно адаптується до запитів споживачів, пропонуючи нові формати продукції та цікаві комбінації інгредієнтів [3, 14].

Серед головних тенденцій і характеристик споживання виділяються кілька ключових аспектів:

- **Зручність:** У сучасному темпі життя все більше людей віддає перевагу продуктам, які не потребують значної підготовки. Заморожені або охолоджені котлети, фрикадельки, нагетси та стейки в маринаді дозволяють швидко підготувати обід чи вечерю.

- **Користь для здоров'я:** Риба залишається джерелом необхідних поживних речовин, таких як фосфор, Омега-3, білки та вітаміни. Виробники все активніше пропонують продукцію преміум-класу, яка не містить штучних добавок, а також збагачену суперфудами чи рослинною клітковиною [16, 24].

- **Цільова аудиторія:** Основними покупцями є працюючі спеціалісти, молоді сім'ї та студенти. Однак продукція також користується популярністю серед людей старшого віку завдяки легкості у використанні, доступності та мінімізації харчових відходів.

- **Сезонність:** Попит на різні рибні напівфабрикати змінюється залежно від пори року. Влітку перевагу надають маринованій рибі для приготування на грилі або мангалі, а взимку споживачі обирають подрібнені вироби - котлети чи тефтелі.

- **Вимоги до якості:** Сьогодні покупці висувають вищі вимоги до складу продуктів, умов їхнього зберігання та походження сировини. Особлива увага приділяється прозорості маркування та дотриманню норм температурного режиму в магазинах [1, 14].

Ринок заморожених напівфабрикатів в Україні за останні роки демонструє стабільний розвиток, а виробники поступово нарощують обсяги випуску продукції, хоча й у відносно невеликих масштабах. Така динаміка пояснюється тим, що промисловий процес заморозки дає можливість заготовлювати значні партії напівфабрикатів одночасно, що позитивно позначається на ефективності виробництва. Зокрема, поширення отримала шокова заморозка, яка виконується при наднизьких температурах і дозволяє максимально зберігати корисні властивості харчових продуктів [1, 18].

У 2025–2026 роках прогнозується переконливе зростання частки рибних напівфабрикатів у загальному споживанні рибної продукції. Сучасний ритм життя, прагнення зекономити час на приготування їжі, а також можливі перебої у постачанні електроенергії сприяють збільшенню популярності продуктів швидкого приготування. Заморожені напівфабрикати опинилися серед лідерів продажів, оскільки відповідають потребам споживачів. Все більше покупців обирають продукти, які майже готові до вживання, такі як рибні палички, котлети, бургери чи порційне філе в паніровці. Вони потребують лише мінімальної термічної обробки, що є додатковою перевагою в умовах сучасних викликів.

У зв'язку з обмеженою купівельною спроможністю населення протягом зазначеного періоду ринок демонструє чітку поляризацію:

- **Економ-сегмент і мас-маркет:** Основний обсяг споживання припадає на продукцію із доступної сировини, такої як фарш, філе минтая, хек та путасу. У натуральному вираженні найбільший попит спостерігається на рибні палички та формовані котлети у низькому й середньому цінових діапазонах.

- **Преміум-сегмент:** Споживання напівфабрикатів із таких дорогих видів риби, як лососеві (сьомга, форель) або тунець, залишається обмеженим і нішевим, зосереджуючись переважно у великих мегаполісах [14, 18, 23].

Беручи до уваги, що понад 80% рибного ринку в Україні традиційно залежить від імпоротної сировини, у 2025–2026 роках вітчизняні переробні

підприємства здійснили акцент на імпорт заморожених блоків рибного філе та фаршу для подальшого виробництва напівфабрикатів безпосередньо на території України. Такий підхід дозволяє підтримувати відпускні ціни на відносно стабільному рівні, що є вигіднішим у порівнянні з імпортом готової продукції. Маркетингові дослідження, які аналізують структуру українського ринку рибних напівфабрикатів за період 2025–2026 років, визначають кілька яскраво виражених лідерів галузі (табл. 1).

Таблиця 1

Структура споживання рибних напівфабрикатів в Україні

Категорія рибного напівфабрикату	Частка ринку (%)	Опис та асортимент
Рибні палички та нагетси	35%	Абсолютний лідер сегменту. Стабільний масовий попит завдяки порційності, швидкості приготування та популярності серед дітей та молоді.
Формовані поштучні вироби	25%	Котлети, бургери, фрикадельки, крокети (як у паніровці, так і без неї, переважно з білих порід риб).
Порційне філе та стейки	20%	Глазуровані блоки, порційне заморожене філе в паніровці/клярі («фіш-енд-чіпс»), стейки лосося чи хека швидкого приготування.
Фарш рибний (заморожений)	12%	Ваговий та фасований пресований фарш (минтай, хек, лососевий), що купується як напівфабрикат-основа для домашнього приготування.
Інші нішеві напівфабрикати	8%	Рибні крабові рулетики, замаринована риба для запікання у фользі, сурімі-продукти для гарячих страв.

Стабільна частка ринку в 35%, яку займають рибні палички, робить цей продукт найбільш стратегічно перспективним і рентабельним для впровадження чи оновлення технологічних ліній на підприємствах харчової промисловості.

1.2. Підбір і вимоги до сировини

Виробництво рибних паличок є складним високотехнологічним процесом, у якому якість кінцевого продукту (його консистенція, соковитість, хрустка скоринка та здатність зберігати форму) суттєво залежить від ретельного вибору та правильної взаємодії сировинних компонентів. Усі інгредієнти, що використовуються у рибних паличках, умовно поділяються на чотири основні групи: базова рибна сировина, компоненти для створення текстури, панірувальна суміш і фритюрні жири.

Заморожене філе тріски (ДСТУ 4378:2005 «Риба океанічного промислу заморожена. Технічні умови» [6]) категорії РВО (Pin Bone Out - без кісток) являє собою високоякісну преміальну сировину, оформлену у вигляді щільних монолітних прямокутних блоків стандартною вагою 7,5 або 11 кг. Ці блоки формуються під пресом і проходять процедуру шокового заморожування при температурі до - 18 °С. Такий формат гарантує повну відсутність кісток, шкіри, повітряних кишень і зайвої глазури (не більше 2–5%), що зводить до мінімуму технологічні втрати під час дефростації (в межах 3-4%).

Продукт характеризується тривалим терміном зберігання без ризику окиснення жирів та ідеальною геометрією, яка полегшує промислове розпилювання для виготовлення натуральних рибних паличок або отримання чистого білого фаршу з високим рівнем нативного білка.

Лускатий лід являє собою різновид промислового льоду у формі тонких пластівців товщиною 1–2 мм, що зовні нагадують риб'ячу луску. Він є найхолоднішим (від -6°C до -12°C) і найсухішим видом льоду, який вирізняється особливими перевагами та широким спектром застосувань. Контролюється відповідно до тих самих стандартів, що й питна вода. Це зумовлено тим, що лід має прямий контакт із м'ясними продуктами. Регулювання здійснюється згідно з ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролю якості» [8]. Фізико-хімічні та теплофізичні показники лускатого льоду представлені в таблиці 3.

Фізико-хімічні та теплофізичні показники лускатого льоду

Показник	Нормативне значення	Технологічне значення для рибного фаршу
Температура льоду на виході з льодогенератора	від -5 до -12°C	Забезпечує високу акумуляцію холоду; такий лід є «сухим» і не тане під час транспортування в цех.
Товщина лусочок	1,0 - 2,2 мм	Оптимальна товщина для швидкого танення під час кутерування без пошкодження та затуплення ножів кутера.
Вміст залишкової води (сухість льоду)	95 – 98 %	Лід не змерзається у грудки в бункері, легко дозується шнеками та рівномірно розподіляється у фарші.
Водневий показник (рН) вихідної води	6,5 – 8,5	Нейтральний рН гарантує, що лід не змістить кислотність рибного фаршу тріски (норма фаршу: 6,2-6,5).
Сухий залишок (мінералізація води)	не більше 500 мг/дм ³	Низька мінералізація запобігає появі сторонніх присмаків у ніжній структурі тріскових порід.
Вміст хлоридів	не більше 250 мг/дм ³	Запобігає передчасній корозії ножів обладнання та не впливає на солоність фаршу.
Вміст заліза загального	не більше 0,2 мг/дм ³	Виключає каталізацію процесів окиснення жирів у рибі та появу жовтого відтінку фаршу.
Жорсткість вихідної води	не більше 7,0 ммоль/дм ³	Захищає випарник льодогенератора від накипу та забезпечує крихкість лусочок.

Крохмаль кукурудзяний модифікований (ДСТУ 8967:2019 «Крохмаль модифікований. Технічні умови» [9]). У виробництві рибних паличок із тріски модифікований кукурудзяний крохмаль виконує роль основного структурного стабілізатора та агента, що зберігає вологу у фаршевій системі. На відміну від традиційного крохмалю, який під час заморожування руйнується, спричиняючи виділення води, модифіковані крохмалі розроблені спеціально для роботи в умовах значних температурних коливань (заморожування та розморожування), а також для використання в промисловому фритюрі. У рибопереробній промисловості під час виготовлення формованих напівфабрикатів найчастіше застосовуються

крохмалі гарячого набухання, такі як ацетильований дикрохмальадипат (E1422) або фосфатований дикрохмальфосфат (E1412).

Таблиця 4

**Фізико-хімічні показники модифікованого кукурудзяного
крохмалю**

Показник	Нормативне значення	Технологічна роль у рибному фарші
Масова частка вологи	не більше 14,0 – 15,0	Сухий дрібнодисперсний порошок, що добре розподіляється у фарші.
Водневий показник (рН 1%-го розчину)	5,0 – 7,0	Нейтральне значення, що не порушує природний рН тріскового білка.
Масова частка золи	не більше 0,5 %	Показник високого ступеня очищення сировини від мінеральних домішок.
Температура клейстеризації	62 – 68 °C	Крохмаль активується безпосередньо під час короткого фритюру, зв'язуючи бульйон.
В'язкість	400 – 700 (середня/висока)	Забезпечує густий, стабільний гель, який утримує форму палички.

У технології виробництва рибних формованих напівфабрикатів **кухонна сіль (хлорид натрію)** виконує дві основні функції: слугує смаковим компонентом і важливим структуроутворювальним агентом. Вона активує солерозчинні м'язові білки тріски, такі як актин і міозин, що сприяє утворенню стабільної гелеподібної матриці фаршу. Відповідно до чинного національного стандарту України ДСТУ 3583:2015 «Сіль кухонна харчова. Загальні технічні умови» [5], кухонна сіль класифікується за способом обробки та формою випуску на дрібнокристалічну, мелену (різних ступенів помелу), немелену (комкову, дроблену), гранульовану та збагачену (йодовану).

За фізико-хімічними характеристиками й рівнем очищення від мінеральних домішок, таких як сульфати кальцію і магнію, харчова сіль поділяється на чотири сорти: екстра, вищий, перший і другий. У виробництві

рибних паличок для масового та преміумсегментів оптимально використовувати сіль сорту «екстра» або вищого сорту.

Фосфатна суміш (E451). У промисловому виробництві формованих рибних напівфабрикатів фосфатна суміш на основі натрієвого триполіфосфату (E451) (ТУ У 20.13-33550051-002:2016 «Добавки харчові. Фосфати натрію та їх суміші» [22]) слугує важливим технологічним елементом. Її основна функція полягає у відновленні здатності м'язової тканини тріски утримувати вологу, яка значно знижується після процесів розморожування (дефростації) та механічного подрібнення сировини під час приготування фаршу.

Білий мелений перець ДСТУ ISO 973:2017 «Перець, цілий або мелений. Технічні умови» [11], є важливим елементом смако-ароматичної групи, що широко використовується у виробництві рибних паличок. На відміну від традиційного чорного перцю, білий перець виготовляється з повністю дозрілих плодів перцевої ліани (*Piper nigrum*). Для отримання такого перцю з плодів видаляють зовнішню темну оболонку (наволоч), використовуючи механічний метод або вимочування у воді. Після цього насіння висушують і перемелюють, утворюючи кінцевий продукт.

Органолептичні показники даного інгредієнту представлені в таблиці 5.

Таблиця 5

Органолептичні показники перцю білого меленого

Показник	Характеристика та норма за стандартом
Зовнішній вигляд	Однорідний порошкоподібний стан, тонкомелений, без ознак грудкування, зволоження чи злежування.
Колір	Від світло-сірого до кремового або злегка жовтуватого різних відтінків. Наявність темних або чорних включень не допускається.
Аромат	Специфічний, тонкий, витончено-пряний, з легкими мускусними (деревними) нотами. Не допускається наявність сторонніх запахів (плісняви, гнилі, затхлості).
Смак	Помірно пекучий, гострий, характерний для білого перцю. Без сторонніх присмаків (кислого, гіркої гарі тощо).

Цибуля сушена мелена (порошок). Сушена цибуля ДСТУ ISO 5559:2019 «Цибуля сушена. Технічні умови» [10], у формі порошку є потужним природним інгредієнтом смако-ароматичної групи, який активно застосовується у виробництві формованих рибних напівфабрикатів. Виготовлена завдяки ретельному очищенню, подрібненню та делікатному висушуванню свіжих цибулин, вона сприяє стандартизації смаку рибного фаршу, зводячи до мінімуму технологічні труднощі, що виникають при використанні свіжої цибулі.

Суша суміш для льєзону. Суша суміш для льєзону ТУ У 10.89-35432025-003:2017 «Суміші панірувальні, кляри та льєзони сухі. Технічні умови» [21], або рідкого панірування, являє собою багатокомпонентний порошкоподібний продукт, створений на основі крохмально-борошняної суміші з додаванням гідроколоїдів. Основна функція льєзону полягає у виконанні ролі своєрідного «технологічного клею». Він утворює рівномірну липку плівку навколо замороженого рибного стрижня, гарантуючи надійне закріплення фінального шару сухої паніровки, наприклад, сухарів, і запобігаючи їх відшаруванню.

Фізико-хімічні показники показані в таблиці 6.

Таблиця 6

Фізико-хімічні показники льєзону

Показник	Нормативне значення
Масова частка вологи (суха суміш)	не більше 12,0 – 13,0 %
Пропорція відновлення (суміш : вода)	від 1:1,5 до 1:2,5
Температура робочого розчину	+4 до +8 °С
Умовна в'язкість	12 – 18 с

Вода для гідратації льєзону. Вода (ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості» [8]), що використовується для розведення льєзону, є важливим рецептурним компонентом при виробництві рибних паличок, оскільки вона складає від 60% до 70% маси відновленого рідкого кляру. Її фізико-хімічні властивості, температура та мікробіологічна

чистота мають прямий вплив на стабільність гідроколоїдної системи, в'язкість тіста та безпечність кінцевого замороженого напівфабрикату.

Сухарі Панко (Panko) - це унікальний вид текстурованих панірувальних сухарів, які походять із японської кухні й отримали визнання як глобальний індустріальний стандарт для виготовлення якісних смажених напівфабрикатів, зокрема таких, як рибні палички з тріски. Вимоги за стандартами ТУ У 10.73-39281744-002:2018 «Сухарі панірувальні типу «Панко». Технічні умови»[20].

Зовнішній вигляд: Подовжені, голчасті або пластинчасті крихти хліба з нерівними, рваними краями. Повністю виключені круглі щільні гранули та підгорілі фрагменти (коричневого або чорного кольору) скоринки.

Колір: У сухому стані рівномірно білий або трохи кремовий. Часто для рибних паличок використовують панірувальні сухарі типу «Панко» з додаванням природного барвника, такого як аннато чи паприка. У таких випадках сухар набуває легкого помаранчевого відтінку в сухому вигляді, а після обсмаження стає насичено золотистим.

Текстура: Легка, хрустка і суха. При невеликому натисканні пластівці легко руйнуються, залишаючись у дрібній формі, без утворення пилу.

Олія соняшникова високо олеїнова. Високоолеїнова соняшникова олія є ключовим технологічним компонентом на етапі термофіксації (короткочасного обсмажування у фритюрі) при виробництві рибних паличок. Порівняно зі звичайною соняшниковою олією, вона виготовляється з преміальних сортів соняшнику та містить щонайменше 75–80% олеїнової кислоти (омега-9), що робить її за жирнокислотним складом близькою до оливкової олії. У промисловому виробництві заморожених рибних паличок з тріски використання цього виду олії відіграє вирішальну роль, забезпечуючи окисну стабільність фритюру і запобігаючи появі згірклості в паніровці типу «Панко» під час тривалого зберігання напівфабрикатів. Контролюють згідно чинної нормативної бази ДСТУ 4492:2017 «Олія соняшникова. Технічні умови» [7].

Органолептичні та фізико-хімічні показники наведені в таблиці 7.

Таблиця 7

Органолептичні та фізико-хімічні показники олії

Показник	Характеристика
Органолептичні показники	
Прозорість	Абсолютно прозора рідина. Допускається легка опалесценція, але повністю «без осаду» та видимих зважених часток.
Колір	Світло-жовтий, солом'яний. Колірне число за йодною шкалою - не більше 4 мг йоду (для вищого ґатунку).
Запах	Повністю відсутній (характерний для дезодорованої олії). Будь-які сторонні запахи (сирості, насіння, хімікатів) не допускаються.
Смак	Нейтральний, знеособлений, без специфічного присмаку соняшникового насіння. Не допускається смак згірклого жиру, кислотності чи гарі.
Фізико-хімічні показники	
Масова частка олеїнової кислоти	не менше 75,0 – 82,0 %
Перекисне число	не більше 2,0 ммоль/кг O ₂
Кислотне число	не більше 0,3мг КОН/г
Масова частка вологи та домішок	не більше 0,1 %
Анізидинове число	не більше 3,0

1.3. Технологічний розрахунок сировини

Для забезпечення стабільної якості, а також стандартних характеристик рибних паличок, розрахунок потреби у вихідній сировині та допоміжних матеріалах проводиться на основі детальних норм витрат для кожного етапу виробництва. При цьому враховуються незворотні втрати, що виникають під час процесів дефростації блоків, зачищення, тонкого подрібнення фаршу, а також технологічні відходи на стадіях формування, нарізання та нанесення панірувальної оболонки [1, 3].

На основі цих розрахунків представлено базову рецептуру для виготовлення 1000 кг готового замороженого продукту. Компоненти

відібрано так, щоб забезпечити класичне й стандартизоване співвідношення між масою рибної серцевини та паніруванням у пропорції 70% до 30%. Це оптимальне співвідношення допомагає зберегти насичений рибний смак, високий рівень повноцінного білка в готовому продукті, а також сприяє утворенню рівномірної, хрусткої скоринки. Остання грає важливу роль у збереженні вологості продукту та запобігає його деформації як під час термічної обробки, так і при шоківому заморожуванні. Детальний склад рецептури наведено в таблиці 8.

Таблиця 8

Рецептура рибних паличок на 1000 кг готової продукції

Найменування сировини, матеріалів та технологічних етапів	Рецептурна закладка, кг	Норма витрат / втрат (%)	Необхідно сировини з урахуванням втрат, кг
Рибний напівфабрикат (фарш)	700,0	3,5 %	725,4
Складові фаршевої суміші:			
Філе тріски заморожене (блочне, РВО)	590,0	4,0%	614,6
Лід лускатий	75,0	1,0%)	75,8
Крохмаль кукурудзяний модифікований (E1422)	20,0	1,5%	20,3
Сіль кухонна харчова (гатунок «Екстра»)	12,0	-	12,0
Суміш фосфатна (E451, для утримання вологи)	1,5	-	1,5
Перець білий мелений	0,5	2,0% (розпил)	0,51
Цибуля сушена мелена (порошок)	1,0	2,0% (розпил)	1,02
Панірувальна система	300,0	4,5%	313,5
Складові панірування:			
Суша суміш для льезону (рідка паніровка)	40,0	5,0%	42,1
Вода для гідратації льезону (в	80,0	-	80,0

пропорції 1:2)			
Сухарі панірувальні «Панко» (з паприкою)	180,0	4,0%	187,5
Термічна фіксація (фритюр):			
Олія соняшникова високоолеїнова	+25,0	8,0%	27,2
Усушка вологи при короткому обсмажуванні	-25,0	компенсується олією	-
Шокова заморозка та упаковка:		0,5%	-
РАЗОМ	1000,0		1066,1

Для точного дотримання технологічного процесу на виробництві розрахунок сировини здійснюють, виходячи з кінцевого продукту. Цей підхід дозволяє точно визначити, яку кількість кожного виду сировини необхідно видати в цех для виконання змінного завдання, розрахованого на 1000 кг готової замороженої продукції.

У технологічних розрахунках масу необхідну для кількості сировини з урахуванням втрат визначають за формулою:

$$M_{\text{бр}} = M_{\text{нетто}} \times K_{\text{вт}}$$

де:

$M_{\text{бр}}$ - маса сировини, кг;

$M_{\text{нетто}}$ - маса сировини, чиста вага в готовому продукті, кг;

$K_{\text{вт}}$ - коефіцієнт технологічних втрат.

1. Розрахунок складу рибного фаршу (700 кг чистого фаршу):

Філе тріски заморожене (блочне):

$$M_{\text{бр}} = 590 \text{ кг} \times 1,04 = 613,60 \text{ кг (втрати 4 \%)}$$

Лід лускатий:

$$M_{\text{бр}} = 75 \text{ кг} \times 1,01 = 75,75 \text{ кг (втрати 1 \%)}$$

Крохмаль кукурудзяний модифікований:

$$M_{\text{бр}} = 20 \text{ кг} \times 1,015 = 20,30 \text{ кг (втрати 1,5 \%)}$$

Сіль кухонна:

$$M_{\text{бр}} = 12 \text{ кг} \times 1,00 = 12,00 \text{ кг (втрати відсутні)}$$

Фосфатна суміш:

$$M_{\text{бр}} = 1,5 \text{ кг} \times 1,00 = 1,50 \text{ кг (втрати відсутні)}$$

Перець білий мелений:

$$M_{\text{бр}} = 0,5 \text{ кг} \times 1,02 = 0,51 \text{ кг (втрати 2 \%)}$$

Цибуля сушена порошок:

$$M_{\text{бр}} = 1,0 \text{ кг} \times 1,02 = 1,02 \text{ кг (втрати 2 \%)}$$

Всього для приготування фаршу 724,68 кг

2. Панірувальна система та фритюр (необхідно для покриття 700 кг фаршу):

Суша суміш для льєзону:

$$M_{\text{бр}} = 40 \text{ кг} \times 1,05 = 42,00 \text{ кг (втрати 5 \%)}$$

Вода для розведення льєзону:

$$M_{\text{бр}} = 80 \text{ кг} \times 1,00 = 80,00 \text{ кг (втрати відсутні)}$$

Сухарі «Панко»:

$$M_{\text{бр}} = 180 \text{ кг} \times 1,04 = 187,20 \text{ кг (втрати 4 \%)}$$

Олія високоолеїнова (на вбирання + чад):

$$M_{\text{бр}} = 25 \text{ кг} \times 1,08 = 27,00 \text{ кг (втрати 8 \%)}$$

Всього для панірування та обсмажування 336,20 кг.

Для забезпечення зміни з випуску 1000 кг готових заморожених рибних паличок загальний обсяг сировини з урахуванням усіх виробничих втрат становить 1066,10 кг, з яких 725,73 кг припадає на складові фаршевої суміші (рибний напівфабрикат), а 340,37 кг - на складові панірувальної системи та високоолеїнову олію для термічної фіксації у фритюрі.

Розрахунок пакувальних матеріалів.

Для визначення потреби в пакувальних матеріалах на 1000 кг готової продукції (рибних паличок) необхідно врахувати формат фасування. У роздрібній торгівлі зазвичай застосовують картонні коробки вагою 250 г для внутрішнього ринку. Ці коробки транспортуються у гофроящиках, кожен з яких вміщує 40 коробок, що становить загалом 10 кг готової продукції на

один ящик. Розрахунки виконуються за допомогою стандартної формули матеріального балансу з урахуванням коефіцієнта технологічних втрат, які можуть виникати через бой, деформацію упаковки або дефекти маркування.

$$M_{\text{бр}} = M_{\text{нетто}} \times K_{\text{вт}}$$

1. Первинна упаковка (споживча тара) - картонні коробки (по 250 г):

Кількість коробок нетто ($N_{\text{нетто}}$):

$$N_{\text{нетто}} = 1000 \text{ кг} / 0,25 \text{ кг/шт} = 4000 \text{ шт.}$$

Технологічні втрати: складають 1,5 % ($K_{\text{вт}} = 1,015$) через можливе замінання на пакувальному автоматі та дефекти друку.

Розрахунок брутто:

$$N_{\text{бр}} = 4000 \text{ шт} \times 1,015 = 4060 \text{ шт.}$$

2. Внутрішній пакувальний матеріал - полімерна плівка (пакети):

Для захисту від вимерзання вологи палички перед укладанням у коробку фасуються в поліетиленовий пакет-вкладиш. Вага одного порожнього пакета становить приблизно 3 г (0,003 кг).

Маса плівки нетто:

$$M_{\text{нетто}} = 4000 \text{ шт} \times 0,003 \text{ кг} = 12,0 \text{ кг}$$

Технологічні втрати: на оплавлення швів та обрізку плівки в автоматі складають 3,0 % ($K_{\text{вт}} = 1,03$).

Розрахунок брутто:

$$M_{\text{бр}} = 12,0 \text{ кг} \times 1,03 = 12,36 \text{ кг}$$

3. Вторинна упаковка (транспортна тара) - гофроящики (по 10 кг):

Один гофроящик містить 40 коробок по 250 г (разом 10 кг готового продукту).

Кількість ящиків нетто ($N_{\text{ящ}}$):

$$N_{\text{ящ}} = 1000 \text{ кг} / 10 \text{ кг/ящик} = 100 \text{ шт.}$$

Технологічні втрати: складають 0,5 % ($K_{\text{вт}} = 1,005$).

Розрахунок брутто:

$$N_{\text{ящ. бр}} = 100 \text{ шт.} \times 1,005 = 101 \text{ шт.}$$

4. Допоміжні матеріали - скотч та клейка стрічка:

Для заклеювання одного транспортного гофроящика (дно + верх + клапани) в середньому витрачається 1,8 м скотчу.

Довжина стрічки нетто:

$$L_{\text{нетто}} = 100 \text{ ящ.} \times 1,8 \text{ м/ящ.} = 180 \text{ м}$$

Технологічні втрати: на обрізку та перезаправку диспенсерів складають 5,0 % ($K_{\text{вт}} = 1,05$).

Розрахунок бруutto:

$$L_{\text{бр}} = 180 \text{ м} \times 1,05 = 189 \text{ м (4 стандартні рулони по 50 м)}$$

Показники розрахунків сформовані і занесені до таблиці 9.

Таблиця 9

Загальна таблиця потреби в пакувальних матеріалах на 1000 кг

Назва пакувального матеріалу	Одиниця виміру	Потреба нетто	% втрат	Коефіцієнт втрат ($K_{\text{вт}}$)	Потреба бруutto
Картонна коробка (250 г)	шт.	4000	1,5%	1,015	4060
Полімерний пакет-вкладиш	кг	12,00	3,0%	1,030	12,36
Транспортний гофроящик	шт.	100	0,5%	1,005	101
Скотч упаковочний	м	180	5,0%	1,005	189

Для фасування 1000 кг готових рибних паличок порціями по 250 г було визначено необхідну кількість пакувальних матеріалів із врахуванням технологічних втрат. Для безперебійної роботи пакувальної лінії зі складу до виробничого цеху потрібно видати 4060 картонних коробок (із втратами в 1,5%), 12,36 кг полімерної плівки (із втратами в 3,0%), 101 транспортний гофроящик місткістю по 10 кг (із втратами в 0,5%) та 189 метрів клейкої стрічки (із втратами в 5,0%).

1.4. Підбір та розрахунок обладнання для технології рибних паличок

У цьому розділі викладено детальне обґрунтування та опис робочих параметрів апаратурно-технологічної лінії, призначеної для промислового виробництва заморожених рибних паличок. Під час розробки структури лінії застосовано системний підхід, за якого кожен елемент обладнання - від первинної дефростації сировини до фінального пакування готової продукції - було вибрано з урахуванням таких критеріїв, як продуктивність, енергоефективність та особливості обробки рибного фаршу тріскових порід.

Льодогенератор для отримання лускатого льоду служить допоміжним обладнанням для створення сухого переохолодженого льоду. Такий лід використовується шляхом прямого внесення у чашу вакуумного кутера. За конструкцією він являє собою нерухомий вертикальний або горизонтальний циліндр-випарник, на внутрішніх стінках якого утворюється намерзлий лід. Цей лід знімається за допомогою обертової фрези-ножа (табл. 10).

Таблиця 10

Техніко-технологічна характеристика льодогенератора

Найменування показника	Характеристика та нормативні значення
Тип обладнання	Промисловий льодогенератор лускатого льоду
Форма льоду	Лусочки (сухі, переохолоджені)
Товщина лусочок льоду	1,0 - 2,0 мм
Температура льоду на виході	від -6°C до -8°C
Продуктивність ліній	до 200 - 300 кг/добу
Холодоагент (фреон)	R404A / R449A
Матеріал корпусу та випарника	Нержавіюча сталь марки AISI 304
Тип охолодження конденсатора	Повітряне або водяне
Споживана потужність	1,2 - 2,0 кВт

Мікрохвильова камера дефростації камерного типу призначена для швидкого та гігієнічного розморожування блоків замороженого рибного філе тріски. Її конструкція дозволяє рівномірне прогрівання продукту завдяки

проникненню НВЧ-випромінювання у внутрішні шари матеріалу. Це гарантує високу ефективність процесу без контакту з поверхнею (рис.1).



Рис.1 Мікрохвильова камера

Основні технологічні параметри включають можливість зниження температури блоків з початкових -18°C до оптимального діапазону -2°C . Таке розморожування забезпечує збереження структурної цілісності волокон риби, що сприяє якіснішому механічному подрібненню. Крім того, втрати м'ясного соку та його складових, таких як розчинні білки і мінеральні речовини, повністю мінімізуються, що позитивно впливає на загальну якість кінцевого продукту [24].

Фритюрниця конвеєрна промислова. Промислова конвеєрна фритюрниця призначена для швидкої термообробки панірованих паличок у гарячій олії. Оснащена занурювальним і притискним конвеєрами, які запобігають спливанню продукту та забезпечують рівномірне обсмажування з усіх сторін. Система безперервної рециркуляції та дрібнодисперсної фільтрації видаляє залишки паніровки, підтримуючи чистоту олії.

Робоча температура високоолеїнової олії автоматично підтримується в межах $180\text{--}185^{\circ}\text{C}$. Тривалість обсмажування становить від 30 до 45 секунд. Цього часу достатньо для декстринізації крохмалю, утворення скоринки та надання продукту апетитного золотистого кольору. Водночас серцевина палички залишається сирою, що запобігає пересушуванню риби.

Панірувальна машина для сухарів «Панко». Основна конструктивна особливість цієї машини, що вирізняє її серед класичних панірувальних апаратів, полягає в спеціалізації на обробці ніжної, повітряної та великої за

розміром текстури японських сухарів. Вона захищає їх від пошкодження або перетворення на дрібні частинки чи борошно [16].

У цьому пристрої досягається формування стандартної структури напівфабрикату: 70% рибного фаршу (ядра) і 30% панірувальної оболонки. Машина налаштована так, щоб сухарі створювали щільний, але водночас повітряний шар, що забезпечує характерний «хрускіт» рибних паличок після короткого обсмажування у фритюрі (табл. 11).

Таблиця 11

Техніко-технологічна характеристика панірувальної машини для сухарів «Панко»

Найменування показника	Технічні дані та характеристики
Принцип нанесення паніровки	Комбінований
Тип транспортера	Пластинчастий сітчастий конвеєр
Система циркуляції паніровки	Бережна рециркуляція за допомогою плоских підйомних ременів
Видалення надлишків	Інтегрований повітряний ніж
Матеріал виконання	Нержавіюча сталь марки AISI 304
Ширина конвеєрної стрічки	400 - 600 мм (залежно від моделі)
Встановлена потужність	1,5 - 2,2 кВт
Управління	Сенсорна панель, частотні перетворювачі обертів двигунів
Гігієнічний дизайн	Розбірна конструкція, підйомна стрічка

Вакуумний кутер. Цей апарат відіграє ключову роль у процесі виготовлення рибного фаршу. Саме в ньому, завдяки вакууму та високій швидкості ножів, створюється стабільна, соковита й щільна білково-жирова емульсія, яка зберігає свою структуру навіть під час наступної термічної обробки. Процес кутування рибної сировини значно відрізняється від технології кутування м'ясного фаршу, що застосовується у ковбасному виробництві. Рибний білок, основними складовими якого є міозин і актин,

характеризується підвищеною делікатністю, пластичністю та чутливістю до температур.

Під час приготування маси для рибних паличок у кутері Seydelmann K60 (рис. 2) одночасно здійснюються три надзвичайно важливі процеси: (екстракція солерозчинних білків, диспергування та зв'язування вологи, механічна деаерація під вакуумом) (табл. 12).



Рис.2 Кутер

Таблиця 12

Техніко-технологічна характеристика кутера Seydelmann K60

Найменування показника	Технічні дані та параметри
Геометричний об'єм чаші	60 літрів
Місткість чаші по продукту	30 - 45 кг (залежно від щільності)
Глибина вакуумування	до 0,8 - 0,9 Бар (вакуумна кришка)
Швидкість обертання ножового валу	Плавне регулювання: від 0 до 5000 об/хв
Швидкість обертання чаші	Реверсивна, 2 або 4 швидкості
Кількість ножів у пакеті	6 ножів
Встановлена потужність двигуна	близько 17 - 23 кВт
Матеріал конструкції	Нержавіюча сталь преміум-якості
Гігієнічний дизайн	Похили поверхні, полірована чаша, відсутність щілин

Розрахунок технологічного обладнання.

Для виготовлення 1000 кг готової продукції за одну 8-годинну зміну (з урахуванням 1 години на підготовчі роботи та 1 години на очищення лінії, що залишає чистий час роботи в 6 годин), необхідна продуктивність лінії розраховується таким чином:

$$\text{Продуктивність} = 1000 / 6 \text{ год} = 167 \text{ кг/год}$$

Загальна кількість паличок за зміну (вага однієї готової палички - 30 г (0,03 кг):

$$1000 / 0,03 \text{ кг} = 33333 \text{ шт./зміну}$$

Чистий час роботи лінії - 6 годин (або 360 хвилин).

Необхідна швидкість всієї лінії:

$$33333 \text{ шт.} / 360 \text{ хв} = 92 \text{ шт./хв}$$

Камера дефростації розраховується за кількістю візків-шпильок ($N_{\text{візків}}$ шт.), які необхідно одночасно закотити в камеру.

$$N_{\text{візків}} = M_{\text{сир}} / m_{\text{візка}}$$

$M_{\text{сир}}$ - загальна маса замороженої риби на зміну (571 кг).

$m_{\text{візка}}$ - місткість одного технологічного візка (стандартно - 300 кг блоків риби).

$$N_{\text{візків}} = 571 / 300 = 1,9 \text{ шт.}$$

Необхідна 1 камера дефростації місткістю на 2 візки (одноразове завантаження 600 кг).

Вакуумний кутер розраховується за необхідним робочим об'ємом чаші ($V_{\text{л}}$) для одного замісу фаршу.

$$V = M_{\text{фарш}} / n \times p \times K_z$$

$M_{\text{фарш}}$ - загальна маса фаршу на зміну (650 кг).

n - кількість замісів за зміну (26 замісів).

p - щільність фаршу (1 кг/л).

K_z - коефіцієнт заповнення чаші кутера (стандартно 0,5, щоб фарш не викидало).

$$V = 650 / 26 \times 1 \times 0,5 = 25 / 0,5 = 50 \text{ л}$$

Необхідний 1 вакуумний кутер з об'ємом чаші 60 літрів.

Машина рідкого панірування (Льезонатирач) розраховується за робочою швидкістю руху конвеєрної стрічки (v , м / хв).

$$v = N_{\text{хв}} \times d / n_{\text{ряд}}$$

$N_{\text{хв}}$ - штучна продуктивність лінії (92 шт./хв).

d - відстань між паличками на конвеєрі разом із довжиною самої палички (0,1 м).

$n_{\text{ряд}}$ - кількість паличок, які вкладаються в один ряд по ширині стрічки (для стрічки 400 мм це 6 шт.).

$$v = 92 \times 0,1 / 6 = 9,2 / 6 = 1,53 \text{ м/хв}$$

Необхідна 1 машина рідкого панірування.

Промислова конвеєрна фритюрниця розраховується за робочою довжиною ванни обсмажування (L м).

$$L = v \times t_{\text{об}}$$

v - швидкість конвеєра, м/с.

$t_{\text{об}}$ - точний час перебування палички в олії за технологією (30 секунд).

$$L = 0,0255 \times 30 = 0,765 \text{ м}$$

З урахуванням зон завантаження продукту та його вивантаження, загальна довжина ванни фритюрниці буде:

$$L_{\text{заг}} = 0,765 + 0,4 + 0,4 = 1,5 \text{ м}$$

Необхідна 1 конвеєрна фритюрниця.

Усе інше обладнання обираємо та розраховуємо відповідно до каталогу для виробничих потреб і фіксуємо в підсумкову таблицю 13.

Апаратурно-технологічна схема виробництва рибних паличок

Апаратурно-технологічна схема демонструє етапи переміщення сировини і напівфабрикатів через технологічне обладнання. У промисловості при виробництві рибних паличок з тріски ця схема організована за лінійно-конвеєрним принципом, що забезпечує безперервність процесу та дотримання вимог системи безпеки НАССР (рис.3).

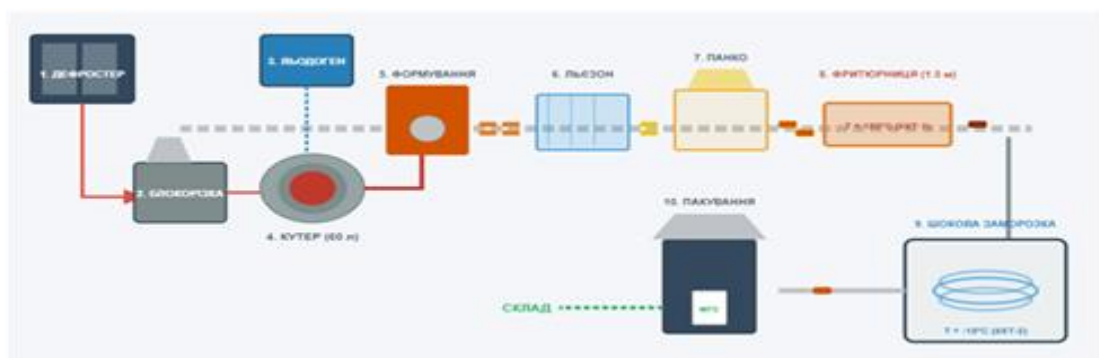


Рис. 3 Апаратурно-технологічна схема виробництва рибних паличок

1. Камера мікрохвильової дефростації; 2. Блокорізка-вовчок; 3. Льодогенератор лускатого льоду; 4. Вакуумний кутер; 5. Формувальний автомат; 6. Лъезонатирач (Машина рідкого панірування); 7. Панірувальний автомат для сухарів «Панко»; 8. Промислова конвеєрна фритюрниця; 9. Спіральний швидкоморозильний тунель; 10. Вертикальний фасувально-пакувальний комплекс.

Апаратурно-технологічна схема виробництва рибних паличок організована за принципом безперервного лінійно-конвеєрного процесу. Вона розпочинається з камери мікрохвильової дефростації 1, де рибні блоки розморожуються до температури -2°C , після чого направляються на блокорізку-вовчок 2 для первинного подрібнення. Далі утворений шрот разом із сухими компонентами та льодолускою з льодогенератора 3 завантажується у вакуумний кутер 4 об'ємом 60 літрів. У ньому протягом 26 замісів по 25 кг формується однорідний фарш, охолоджений до $+2^{\circ}\text{C}$.

Готовий фарш через систему нагнітання потрапляє до бункера роторного формувального автомата 5, який із фіксованою швидкістю 92 шт./хв виготовляє заготовки (по 6 штук у ряді) та розміщує їх на сітчастий конвеєр шириною 400 мм. Конвеєр, рухаючись із лінійною швидкістю 1,53 м/хв, здійснює транспортування продукції через лъезонатирач 6 для нанесення шару рідкого кляру та панірувальний автомат, який покриває палички сухарями «Панко» 7.

Запанірований напівфабрикат потрапляє у конвеєрну фритюрницю 8 з ванною довжиною 1,5 м для короткочасного обсмажування протягом 30 секунд при температурі $+185^{\circ}\text{C}$ (ККТ-1). Далі продукт автоматично переходить до спірального швидкоморозильного тунелю 9, де він проходить шокове IQF-заморожування при -35°C до досягнення температури -18°C всередині паличок (ККТ-2).

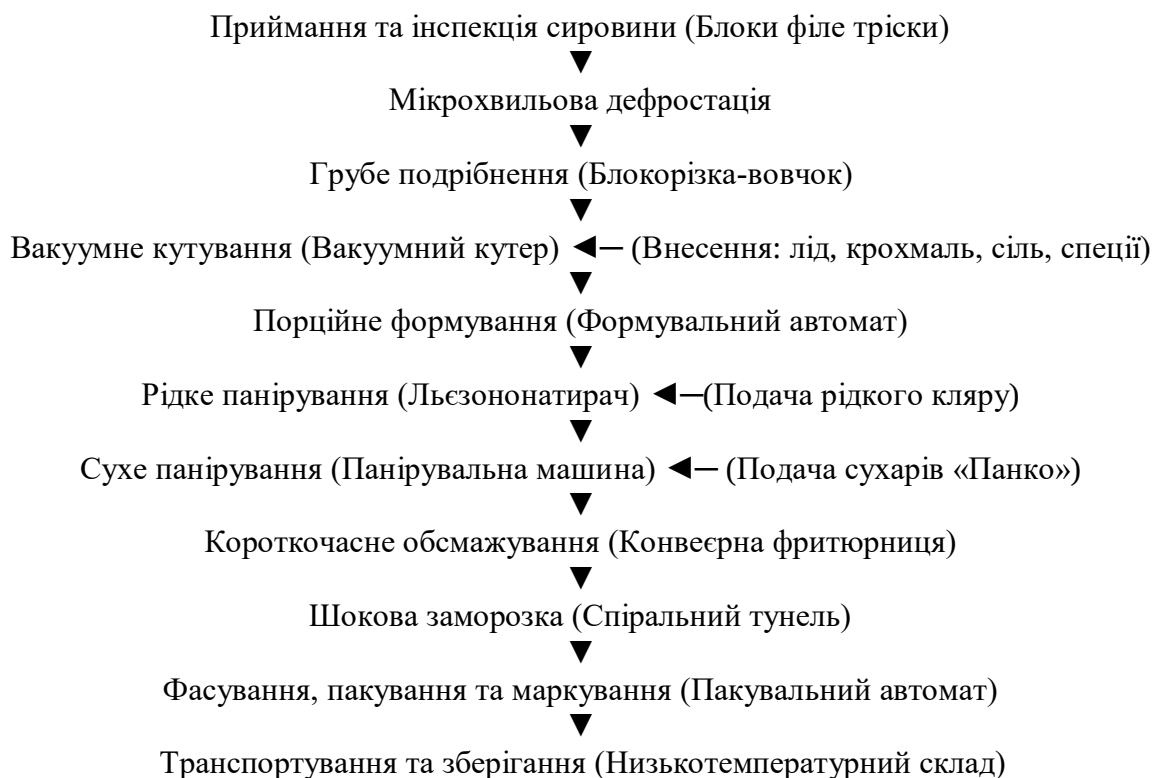
Фінальним етапом є вертикальний фасувально-пакувальний комплекс із мультиголовочним дозатором 10, який забезпечує точне порціонування за вагою або кількістю, формування пакетів і їх герметизацію. У готовій упаковці палички знаходяться в модифікованому газовому середовищі, після чого вироби направляються на склад для подальшого розподілу [18, 23].

Зведена таблиця розрахунку та підбору обладнання

№ з/п	Найменування обладнання та марка	К-сть, шт.
1	Мікрохвильова камера дефростації (камерного типу)	1
2	Блокорізка-вовчок (подрібнювач замороженої сировини)	1
3	Вакуумний кутер (Seydelmann K60)	1
4	Льодогенератор лускатого льоду	1
5	Формувальний автомат (штампувальний роторний)	1
6	Льезононатирач (машина рідкого панірування)	1
7	Панірувальна машина для сухарів «Панко»	1
8	Фритюрниця конвеєрна промислова	1
9	Спиральний швидкоморозильний тунель	1
10	Вертикальний фасувально-пакувальний автомат	1

1.5. Технологія рибних паличок з тріски

Технологія виробництва рибних паличок складається з таких процесів: приймання та інспекція сировини, мікрохвильова дефростація, грубе подрібнення, вакуумне кутування, порційне формування, рідке панірування, сухе панірування, короткочасне обсмажування, шокова заморозка, фасування, пакування та маркування, транспортування та зберігання (рис. 4).

**Рис.4 Технологічна схема виробництва рибних паличок з тріски**

Приймання та інспекція сировини. На початковому етапі здійснюється ретельний вхідний контроль глибокозаморожених блоків рибного філе тріски, які постачаються на підприємство в авторефрижераторах. Цей процес включає детальну перевірку супровідної ветеринарної та товарно-транспортної документації, аналіз цілісності та санітарного стану упаковки (гофрокоробів і полімерних вкладишів), обов'язкове вимірювання температури всередині блоку, яка не повинна перевищувати -18°C , а також відбір проб для оцінки органолептичних характеристик, таких як колір, запах, форма блока і консистенція м'язової тканини після пробного відтавання. Усі ці заходи спрямовані на забезпечення безпеки сировини відповідно до принципів НАССР перед подальшим етапом дефростації [24].

Мікрохвильова дефростація (темперування). На цьому етапі заморожені блоки філе тріски завантажують у герметичну мікрохвильову камеру камерного типу, де під впливом об'ємного електромагнітного випромінювання промислової частоти відбувається швидке та рівномірне підвищення температури сировини з -18°C до діапазону -2°C . Такий метод безконтактного нагріву дозволяє повністю уникнути втрати клітинного соку, зберегти цінні розчинні білки й мінеральні речовини риби, а також забезпечити оптимальну щільність тканин, необхідну для подальшого якісного подрібнення без пошкодження м'язових волокон.

Грубе подрібнення. Після розморожування блоки рибного філе тріски автоматично або механічно транспортуються до бункера блокорізки-вовчка. Завдяки посиленому подавальному шнеку та потужному триступеневому ріжучому механізму вони зазнають інтенсивної механічної обробки, подрібнюючись крізь вихідну ножову решітку з отворами діаметром 3–5 мм. Це дозволяє отримати однорідний рибний фарш. Висока швидкість зрізу на цьому етапі значно знижує силу тертя в зоні різання, запобігаючи небажаному нагріванню сировини вище $+1^{\circ}\text{C}$. Завдяки цьому зберігається

нативна структура білків, що є важливим для формування стійкого зв'язного фаршу на наступних етапах.

Вакуумне кутування (Приготування фаршу). Рибний фарш після попередньої обробки переміщується в кутер, де під глибоким вакуумом здійснюється тонке подрібнення та гомогенізація маси. У процесі обробки поступово додаються компоненти за рецептурою: кухонна сіль, яка сприяє екстракції солерозчинних білків; кукурудзяний крохмаль і спеції, які стабілізують структуру та покращують смак; а також лускатий лід, що тане під час обробки, поглинаючи тепло, яке виникає внаслідок тертя ножів. Це дозволяє підтримувати температуру фаршевої системи в межах $+2 \text{ } ^\circ\text{C}$ $+4 \text{ } ^\circ\text{C}$, гарантує повне видалення мікропухирців повітря з маси і сприяє формуванню щільної, соковитої та монолітної білкової матриці без ризику теплової денатурації [16, 18].

Порційне формування. Готовий гомогенізований фарш з кутера за допомогою автоматичного вивантажувача потрапляє до завантажувального бункера роторного формувального автомата. У цьому пристрої, завдяки поршневному або шнековому нагнітання, маса рівномірно розподіляється у формотворчих гніздах ротора. Така система забезпечує неперервне і високоточне формування напівфабрикатів із заданими геометричними параметрами та стабільною вагою заготовки. Метод механічного штампування гарантує створення абсолютно гладкої поверхні та чітких контурів кожної палички, виключаючи деформацію країв.

Нанесення рідкого панірування (Льєзонування). Формовані рибні палички безперервно транспортуються сітчастим конвеєром у зону обробки льєзонатора, де вони повністю проходять через тонкий шар рідкого кляру з температурою $+6 \dots +8 \text{ } ^\circ\text{C}$. Цей кляр рівномірно огортає напівфабрикат з усіх боків, утворюючи липкий шар з високою адгезійною здатністю. Після виходу з ванни із кляром заготовки обдуваються повітряним ножом, який ретельно видаляє надлишки кляру, повертаючи їх у збірний резервуар. Такий

підхід запобігає утворенню патьоків, забезпечує суворе дотримання товщини покриття та створює ідеальну основу для надійного закріплення сухої паніровки [14].

Нанесення сухого панірування. Формовані рибні палички безперервно транспортуються сітчастим конвеєром до робочої зони льезонатора, де вони повністю занурюються в рівномірний шар рідкого кляру з температурою $+6 \text{ } ^\circ\text{C}$ до $+8 \text{ } ^\circ\text{C}$. Кляр обтікає напівфабрикат з усіх боків, утворюючи липкий адгезійний шар. Після виходу з ванни із кляром заготовки обдуваються повітряним ножем, який точно видаляє надлишки рідкої маси, повертаючи їх до збірного резервуара. Це дозволяє уникнути патьоків, гарантує необхідну товщину покриття та створює ідеальну основу для надійного закріплення сухої паніровки відповідно до суворих технологічних вимог.

Короткочасне обсмажування (Обжарка для фіксації). Палички, вкриті кляром і обсипані сухарями «Панко», безперервно проходять через робочу ванну конвеєрної фритюрниці, де їх обсмажують у термостабільній високоолеїновій соняшниковій олії при температурі $180\text{--}185^\circ\text{C}$ протягом 30–45 с. Під впливом такої інтенсивної високотемпературної обробки відбувається швидка желатинізація крохмалю та денатурація білків у панірувальних шарах. Це сприяє утворенню хрусткої, пористої скоринки насиченого золотистого кольору, яка ефективно затримує вологу всередині продукту. При цьому рибне ядро палички залишається сирим, що запобігає пересиханню та забезпечує збереження природної соковитості до фінального етапу заморожування [3, 24].

Шокова заморозка (Кріогенне оброблення). Гарячі обсмажені палички одразу транспортуються конвеєром у спіральний швидкоморозильний тунель. Тут вони піддаються інтенсивному охолодженню за допомогою напрямлених потоків повітря при температурі від -35 до -40°C . Протягом 25–30 хвилин продукт проходить шокову

заморозку, досягаючи температури -18°C у серцевині. Такий високий темп теплообміну сприяє утворенню мікроскопічних кристалів льоду всередині м'язових волокон тріски, що запобігає руйнуванню клітинних мембран риби, зберігає структуру паніровки, призупиняє всі мікробіологічні процеси та максимально зберігає початкові органолептичні й фізико-хімічні властивості продукту протягом тривалого зберігання [1, 18].

Фасування та пакування. Заморожений продукт, що виходить зі спірального тунелю, за допомогою системи конвеєрів спрямовується до мультиголовкового вагового дозатора пакувального автомата. Дозатор з високою точністю відмірює порції масою по 250 г і скидає їх у пакети, які автоматично формуються з рулону термосварної полімерної плівки. Запечатані пакети далі передаються конвеєром на картонажну машину, де вони вкладаються в індивідуальні картонні коробки з художньо оформленим дизайном. Завершальний етап включає групування цих коробок у великі транспортні гофроящики, механічно або вручну. Така упаковка забезпечує ефективний багатошаровий захист напівфабрикатів від механічних пошкоджень, усушки та температурних перепадів під час подальшого транспортування.

Зберігання. Сформовані та запаковані гофрокартонні ящики з готовою продукцією проходять через вузол автоматичного маркування. У цьому процесі на упаковку наноситься штрих-код, дата виготовлення та інформація щодо умов зберігання. Після маркування вантажні місця укладаються на палети і негайно переміщуються до камери низькотемпературного зберігання за допомогою електроштабелерів. У камері продукція зберігається при постійній температурі, що не перевищує -18°C , та відносній вологості 90 – 95 %. Такий режим зберігання підтримується до моменту відправлення товару в торговельну мережу. Цей етап є фінальною критичною точкою контролю температурного ланцюга, що сприяє запобіганню рекристалізації льоду та псуванню напівфабрикатів [14, 23].

РОЗДІЛ 2. КОНТРОЛЬ БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ВИРОБНИЦТВА РИБНИХ ПАЛИЧОК

Рибні палички виробляються відповідно до стандарту ТУ У 15.2-00434440-011-2002 «Напівфабрикати рибні заморожені. Технічні умови» [15].

Для гарантування стабільної якості та абсолютної безпечності рибних паличок на підприємствах впроваджується інтегрована система контролю. Вона базується на принципах ДСТУ ISO 22000:2019 «Системи керування безпечністю харчових продуктів» [19] і охоплює кожен етап технологічного процесу - від перевірки вхідної сировини до доставки готової продукції споживачеві.

У процесі виробництва заморожених рибних паличок аналіз ризиків за системою НАССР дозволяє визначити три основні ККТ. Це ключові стадії технологічного процесу, на яких можна повністю усунути біологічні, хімічні чи фізичні небезпеки або звести їх до безпечного рівня [2].

- **КТК-1: Вакуумне кутування** (Контрольований параметр: Температура рибного фаршу на виході з кутера. Критичні межі: +2 +4 °С. Головний ризик: Розвиток бактерій та розпад структури фаршу через перегрів від ножів. Дія при порушенні: Знизити швидкість ножів та додати більше лускатого льоду.

- **КТК-2: Короткочасне обсмажування** (Контрольовані параметри: Температура олії (180 – 185 °С), час у фритюрниці (30 - 45 с) та якість олії (вміст полярних речовин ТРМ до 24 %). Головний ризик: Утворення канцерогенів в олії та неякісна (розм'якла) скоринка паніровки «Панко». Дія при порушенні: Автоматичне підживлення фритюрниці свіжою олією та очищення її через фільтри).

- **КТК-3: Шокова заморозка та зберігання** (Контрольовані параметри: Температура в тунелі (-35 -40 °С), в товщі палички на виході (не вище -18 °С) та в камері схову (не вище -18 °С). Головний ризик: Виживання небезпечних патогенів та псування напівфабрикату. Дія при порушенні:

Увімкнення резервних компресорів або зменшення швидкості конвеєра в тунелі) [2].

Показники якості рибних паличок згідно стандарту ТУ У 15.2-00434440-011-2002 «Напівфабрикати рибні заморожені. Технічні умови» [15] наведені в таблиці 14.

Таблиця 14

Показники якості рибних паличок

Назва показника	Характеристика та нормативне значення
Органолептичні показники	
Зовнішній вигляд	Палички правильної геометричної форми (прямокутні брусочки), недеформовані. Паніровка («Панко») нанесена рівномірно, повністю покриває рибне ядро. Не допускається злипання в монолітний ком або відшарування скоринки.
Колір	У замороженому стані: світло-кремовий або білий (колір сухарів). Після обсмажування: рівномірний, від світло-жовтого до золотисто-жовтого. Фарш на зламі: білий або світло-сірий, однорідний, без темних плям.
Смак і запах	Приємні, властиві смаженому рибному фаршу тріскових порід із нотками спецій. Без сторонніх присмаків, гіркоти чи запаху згірлого жиру.
Консистенція	Панірувальна скоринка: хрустка, щільна. Рибне ядро (фарш): соковита, щільна, однорідна, добре тримає форму, не «гумова».
Фізико-хімічні показники	
Температура в товщі	Не вище ніж -18 °С
Масова частка паніровки	Не більше 30 % від загальної маси виробу
Масова частка фаршу	Не менше 70 % від загальної маси виробу
Масова частка NaCl	1,2 - 1,8 %
Масова частка вологи	Не більше 65 – 70 %
Наявність кісток	Кістки (розміром понад 0,5 мм) не допускаються

Відповідно до мікробіологічних показників не допускається: КМАФАнМ - не більше 1×10^5 КУО/г; БГКП - не допускаються в 0,1 г, *Listeria monocytogenes* - не допускається в 25 г, *Salmonella* - не допускається в 25 г, *Staphylococcus aureus* - не допускаються в 0,1 г, плісняві гриби та дріжджі - не більше 100 КУО/г (для дріжджів) / 50 КУО/г (для плісняви).

РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

Екологізація виробничих процесів на лінії виготовлення заморожених рибних паличок є невід'ємною частиною діяльності сучасного підприємства. Вона орієнтована на зменшення впливу людської діяльності на навколишнє середовище, раціональне споживання природних ресурсів та інтеграцію безвідходних технологій. У рамках модернізації зазначеного виробництва екологічні ініціативи реалізуються у трьох ключових напрямках [4, 17]:

1. Очищення та управління виробничими стічними водами.

Рибопереробні підприємства споживають значну кількість води, що використовується для таких процесів, як миття обладнання, кутування чи гідротранспорт. У зв'язку з цим одним із пріоритетних завдань є ефективне локальне очищення стічних вод:

- **Жировловлювачі та флотаційні установки.** Стічні води, які утворюються після миття вакуумних кутерів, панірувального та фритюрного обладнання, містять велику кількість рибних жирів, білків та залишків кляру. Для їх обробки на підприємствах встановлюються сучасні жировловлювачі. Використання технології напірної реагентної флотації дозволяє ефективно видаляти емульговані жири та зважені тверді речовини до скидання стічних вод у міську каналізацію.

- **Зниження ХСК та БСК.** Доведення показників хімічного (ХСК) та біологічного (БСК) споживання кисню до нормативного рівня допомагає запобігти евтрофікації природних водойм і перевантаженню міських очисних споруд [12, 26].

2. Раціональне використання та переробка технологічних відходів є ключовими складовими сталого розвитку. Впровадження практик циркулярної економіки («нуль відходів») дозволяє трансформувати виробничі залишки в цінні побічні продукти:

- **Переробка рибних залишків.** Тверді відходи, що виникають під час процесів дефростації, калібрування або недоліків у формуванні рибного

філе, не розцінюються як сміття. Їх збирають у герметичних ємностях і відправляють на спеціалізовані підприємства для виготовлення високоякісного рибного борошна - корму для тварин і аквакультури, або для виробництва технічного рибного жиру.

- **Утилізація використаної олії.** Високоолеїнова олія, що втратила свої властивості внаслідок тривалого використання у фритюрницях, не зливається в каналізацію, оскільки це суворо заборонено. Замість цього її акумулюють у спеціальних резервуарах та передають сертифікованим підприємствам для переробки на екологічно чисте біопаливо, зокрема біодизель [13, 17].

3. Енергоефективність та скорочення вуглецевого сліду є важливими аспектами роботи лінії, яка включає як високотемпературне обладнання, так і низькотемпературне. Оптимізація енергоспоживання має ключове значення для зменшення негативного впливу на довкілля.

Ось основні заходи, спрямовані на досягнення цього:

- **Рекуперація тепла.** Тепло, отримане від роботи компресорів шокової заморозки та пари від фритюрниці, за допомогою теплообмінників перенаправляється на попередній підігрів води для побутових потреб підприємства або використовується в системах опалення приміщень.

- **Екологічно безпечні холодоагенти.** У холодильному обладнанні замість застарілих та шкідливих для навколишнього середовища фреонів застосовуються сучасні природні холодоагенти, такі як аміак (NH_3) або вуглекислий газ (CO_2), які мають значно нижчий рівень впливу на глобальне потепління та не шкодять озоновому шару.

- **Мінімізація відходів пакування.** Використання автоматизованих пакувальних систем дозволяє зменшити кількість залишків полімерної плівки. Крім того, картонні коробки та гофроящики виготовляються із сертифікованої вторинної сировини, що піддається подальшій переробці.

Реалізація зазначених ініціатив сприяє не лише захисту довкілля, але й підвищенню загальної ефективності виробничого процесу [4, 26].

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Економічне обґрунтування виробництва рибних паличок дає змогу оцінити фінансову доцільність і комерційну перспективність лінії виробництва. Розрахунок економічної ефективності виробництва 1000 кг рибних паличок представлено в таблиці 15.

Таблиця 15.

Розрахунок вартості сировини

Найменування сировини	Кількість, кг	Ціна за 1 кг, грн	Вартість, грн
Філе тріски заморожене	614,6	280,00	172 088
Лід лускатий	75,8	2,00	152
Крохмаль модифікований	20,3	55,00	1 117
Сіль кухонна	12,0	12,00	144
Фосфатна суміш	1,5	250,00	375
Перець білий мелений	0,51	420,00	214
Цибуля сушена мелена	1,02	160,00	163
Суша суміш для льезону	42,1	90,00	3 789
Сухарі панірувальні Панко	187,5	95,00	17 813
Олія соняшникова	27,2	85,00	2 312
Разом			198 167

Разом із сировиною було розраховано і витрати на пакувальні матеріали та занесені в таблицю 16.

Таблиця 16

Витрати на пакувальні матеріали

Найменування	Кількість	Ціна, грн	Вартість, грн
Картонна коробка 250 г	4060 шт.	2,50	10 150
Полімерний пакет-вкладиш	12,36 кг	180,00	2 225
Транспортний гофроящик	101 шт.	32,00	3 232
Скотч пакувальний	189 м	3,00	567
Разом			16 174

Розрахунок повної собівартості продукції є комплексним фінансовим показником, який охоплює основні змінні витрати, що включають сировину й матеріали, необхідні для створення виробу, а також пакувальні матеріали, які гарантують його збереження. До цього додаються прямі витрати на споживання електроенергії, водопостачання та водовідведення, що безпосередньо підтримують функціонування технологічного обладнання (табл.17).

Таблиця 17.

Загальні виробничі витрати

Стаття витрат	Сума, грн
Сировина та основні матеріали	198 167
Пакувальні матеріали	16 174
Електроенергія	18 000
Водопостачання та водовідведення	1 500
Заробітна плата персоналу	20 000
Нарахування на оплату праці (22%)	4 400
Амортизація обладнання	7 000
Загальновиробничі витрати	10 000
Повна собівартість	275 241

Розрахунок економічної ефективності

Повна собівартість 1 кг продукції:

$$C = 275241 / 1000 = 275,24 \text{ грн/кг}$$

Виручка від реалізації:

$$V = 1000 \times 380 = 380000 \text{ грн}$$

Прибуток:

$$P = 380000 - 275241 = 104759 \text{ грн}$$

Рентабельність:

$$R = 104759 / 275241 \times 100 = 38,06 \%$$

Виробництво рибних паличок є економічно доцільним. Повна собівартість становить 275,24 грн/кг, прибуток – 104,76 тис. грн на 1000 кг продукції, рівень рентабельності – 38,1 %.

ВИСНОВКИ

У рамках кваліфікаційної роботи було організовано виробництво заморожених рибних паличок із філе тріски. На основі проведених досліджень і розрахунків сформульовано такі основні висновки:

1. Рибні палички - популярний напівфабрикат з риби, що має подовжену прямокутну форму. Їх виготовляють із рибного фаршу або порційного філе, яке покривають кляром та хрусткою паніровкою, зазвичай із сухарів «Панко». Для фіксації скоринки палички коротко обсмажують, після чого заморожують методом шокової заморозки.

2. Для виготовлення 1000 кг готових заморожених рибних паличок необхідно загальний обсяг сировини та допоміжних матеріалів у розмірі 1060,88 кг, враховуючи всі незворотні втрати. Основну частину цієї кількості займає заморожене філе тріски, яке використовується для формування фаршу, а решта припадає на інгредієнти кляру, паніровку, високоолеїнову олію для смаження у фритюрі та спеції відповідно до рецептури.

3. Для забезпечення безперебійної роботи пакувальної лінії необхідно 4060 картонних коробок, 12,36 кг полімерної плівки, 101 транспортний гофроящик місткістю по 10 кг та 189 метрів клейкої стрічки.

4. Також в роботі було обраховано та підібрано обладнання відповідно до апаратурно-технологічної схеми. Детально описані всі технологічні операції для виробництва заморожених рибних паличок.

5. У розділі контролю безпечності та якості, обґрунтовано комплексний підхід до організації сучасного виробництва рибних паличок з дотриманням вимог. Окрему увагу приділено екологічному аспекту, де запропоновано прості й ефективні рішення, спрямовані на мінімізацію шкоди довкіллю та раціональне використання ресурсів у виробничому процесі.

6. За результатами проведених розрахунків встановлено, що виробництво рибних паличок дозволяє забезпечити собівартість продукції на рівні 275,24 грн/кг, отримати чистий прибуток у розмірі 104,76 тис. грн, а також досягнути високого рівня рентабельності, який становить 38,1%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Баль-Прилипка Л.В., Слободянюк Н.М., Паська М.З. Інноваційні технології рибних продуктів та напівфабрикатів: монографія. Київ: Комплекс, 2022. 256 с.
2. Впровадження системи НАССР для операторів ринку харчових продуктів. / А. С. Ткаченко та ін./ Полтава: ПУЕТ, 2020. 137 с.
3. Дейнеко Л.В, Шелудько Е.І., Завгородня М.Ю. Регіональні аспекти сучасного розвитку харчової промисловості України. Продовольчі ресурси, (2025). 13(24). 229 с.
4. Дмитренко М.І. До питання екологізації рибної галузі: безвідходна переробка вторинної сировини на кормове борошно та біодизель / Харчова індустрія та довкілля. 2024. Т. 12, № 2. С. 14-22.
5. ДСТУ 3583:2015 «Сіль кухонна. Загальні технічні умови». 20 с.
6. ДСТУ 4378:2005 «Риба океанічного промислу заморожена. Технічні умови» 32 с.
7. ДСТУ 4492:2017 «Олія соняшникова. Технічні умови» 33 с.
8. ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролю якості» 32 с.
9. ДСТУ 8967:2019 «Крохмаль модифікований. Технічні умови» 23 с.
10. ДСТУ ISO 5559:2019 «Цибуля сушена. Технічні умови» 31 с.
11. ДСТУ ISO 973:2017 «Перець, цілий або мелений. Технічні умови» 27 с.
12. Екологічна безпека та економіка: монографія / М. І. Сокур та ін. / Кременчук, 2020. 240 с.
13. Екологія ґрунтів: навчальний посібник / Р.М. Панас. Львів: «Новий Світ-2000», 2021. 481 с.
14. Інноваційні технології харчових виробництв / І.М. Берник та ін./ монографія. Вінниця: Видавець ФОП Кушнір Ю. В., 2022. 300 с.

15. Напівфабрикати рибні заморожені. Технічні умови : ТУ У 15.2-00434440-011-2002. Київ : Держстандарт України, 2002. 22 с.
16. Оптимізація структурно-механічних властивостей рибних фаршевих систем за умов вакуумного кутування / Наукові праці Національного університету харчових технологій/. 2021. Т. 27, № 4. С. 67–75.
17. Паламарчук А.С., Кушніренко Н.М., Глушков О.А. Контроль якості, безпека та екологія в галузі. Навчальний посібник до лабораторних занять. Одеса : Видавничий дім “Гельветика”, 2020. 92 с.
18. Решта С.П., Пилипенко Л.М., Данилова О.І. Фізіологічні аспекти оцінки якості харчових продуктів: навч. посіб. Херсон : Олді-Плюс, 2021. 334 с.
19. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга (ISO 22000:2018, IDT) : ДСТУ ISO 22000:2019. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 34 с.
20. ТУ У 10.73-39281744-002:2018 «Сухарі панірувальні типу «Панко». Технічні умови» 35 с.
21. ТУ У 10.89-35432025-003:2017 «Суміші панірувальні, кляри та льезони сухі. Технічні умови» 27 с.
22. ТУ У 20.13-33550051-002:2016 «Добавки харчові. Фосфати натрію та їх суміші» 25 с.
23. Українець А.І., Чернюшок Л.В., Васильченко О.А. Загальна технологія харчових виробництв: підручник. 2-ге вид. Київ : НУХТ, 2022. 496 с.
24. Харчові технології : навч. посібник у 2 ч. Ч. 2 / Ф. В. Перцевой та ін./ Х.: ХДУХТ, 2020. 208 с.
25. Харчові технології. Практикум: навч. посіб. / О. В. Самохвалова та ін./ Х.: ДБТУ. 2023. 417 с.
26. Шевченко А.О. Екологізація харчових виробництв: мінімізація відходів та рекуперація тепла. Екологічна безпека та природокористування. 2025. № 2 (49). С. 89–97.